OBSERVATIONES
DE RETINAE STRUCTURA PENITIORI

AUCTORE

MAX. SCHULTZE.

CUM TABULA AERI INCISA.

BONNAE
APUD ADOLPHUM MARCUM.
1859.

OBSERVATIONES

DE

RETINAE STRUCTURA PENITIORI.

COMMENTATIO

QUA AD AUDIENDAM PRAELECTIONEM

PRO LOCO

IN FACULTATE MEDICA BONNENSI

RITE OBTINENDO

DIE XIV MENSIS NOVEMBRIS HORA XII

PUBLICE HABENDAM

INVITAT

AUCTOR

MAXIMILIANUS SCHULTZE

PHIL. MED. ET CHIR. DOCT. ANAT. PROF. PUBL. ORDIN. INST. ANAT. DIRECT. COLL. EXAM. DELEG. MED. SOC. SOCIET. HOLLAND. SCIENTIAR. HARLEM. SOCIET. NAT. SCRUTAT. HALL. SOCIET. SCIENT. NAT. THURING. SAXON. SOCIET. HIST. NAT. RHENAN. GUESTPHAL. SODAL. ORDIN. REG. IMPER. INSTIT. GEOLOG. VIENN. SOCIET. SCIENT. NAT. ET MEDIC. HASSO-DARMSTAD. ETC. ETC. SODAL. EPISTOL.

CUM TABULA AERI INCISA.

BONNAE

APUD ADOLPHUM MARCUM.

MDCCCLIX.

Quicunque tempore novissimo in subtiliore retinae oculi et hominis et vertebratorum cognitione perquirenda studium collocaverunt, eorum nulli melius rem successisse constat quam Henrico Muellero, ut, qui post eum eidem rei operam daturus sit, fieri non possit quin ad ea recurrat, quae clari illius anatomi Herbipolitani studio, per annos sine interpellatione et defatigatione exercitato, de contorta retinae constructione explorata et pro fundamento sunt constituta.

Illud quidem omnibus est quaestionibus histiologicis proprium, ut, quo perfectionis et absolutionis mathematicorum vel physicorum res adduci posse videmus, eo non facile perveniant. Neque enim microscopa, quibus nos utimur, eius sunt acuminis, quod ad singulas quasque structurae subtilioris partes cognoscendas est necessarium, et, in quibus experimentum perquirendi perficitur, organismi animales et vegetabiles talis sunt structurae complicationis, tam perplexi elementorum ordinis, ut, etiam aucta explorandi diligentia ac plurimi temporis sumtu facto, prospicere iam possis, quantum sis abfuturus ab ea rei intelligentia, quae omni ex parte voluntati satisfaciat.

Neque aliter in cognoscenda tunica oculi nervea. Cuius quaestionis etsi pro priori tempore longe amplius factum est emolumentum, tamen qualis sit vis singulorum elementorum et quo pacto sint inter se connexa, perfecta illa cognitione caremus, qua summa quaeque perscrutandi libido compleatur.

Composita est retina e partibus elementariis admodum variae formae. Quae utrum universae naturae sint nervosae i. e. utrum universae habeant rectam coniunctionem cum fibris nervi optici, an ex parte aliam vim habeant tum fuit tum adhuc res est multi discriminis. Aliquamdiu de bacillis in superficie retinae externa sitis longa erat disceptatio. Quae cum Treviranus, qui ea detexit, pro extremis nervorum fibris haberet, quam sententiam Henle potissimum propagavit, aptis argumentis demonstrans chemicum esse consensum inter substantiam bacillorum et inter fibras medulla nervea circumdatas; Bruecke non sine multo ingenio eam de re sententiam pronunciavit, ut bacilla tantum abesse ut cum nervorum fibris sese coniungerent, ut potius apparatum catoptricum in oculo efficerent, et ita per circuitum modo percipiendo ea esse lumini constitueret. Nihilominus hac abjecta

nostra aetate ad priorem veteremque opinionem reverterunt viri docti adducti et inventis ab Henr. Muellero fibris radialibus et variis observationibus physiologicis. Eandem argumentis novissimo tempore factis anatomicis esse stabilitam, multi arbitrantur. Ego contra contenderim ipsis figuris a Koellikero identidem (postremo in editione tertia libri sui „Gewebelehre" inscripto p. 630) datis ad demonstrandam conjunctionem bacillorum et conorum cum fibris radialibus membrana limitante definientibus, potius refelli quam demonstrari, si quis nervosa dicat bacilla et conos.

Etenim detectae fibrae radiales retinae novum eius elementum docuerunt, quod nervosae sit naturae necne in discrimen potest vocari. Nam tum tenues fibrae, a bacillis introrsus decurrentes, ob nimiam imbecillitatem atque tenuitatem magnam produnt similitudinem cum fibris tenuissimis strati nervi optici, tum caudae internae fibrarum radialium et imprimis triangulae earum aut in fibras dissolutae terminationes, in membrana limitante ortae, ita sunt comparatae, ut ipsi Koellikero non iam fieri posse videatur, ut quas modo nominavimus pro iisdem ac nervorum fibrae habeantur[1]). Omnibus igitur rebus eo deducentibus sententiae, ut per bacillorum stratum retinam percipere statuamus, ita ut eius elementa sint extremitates nervorum — qua re probata fibras ab iis proficiscentes oportet esse nervorum fibras — tamen haec sententia, si quidem istae fibrae cum fibris radialibus in membrana limitante terminantibus sunt coniunctae, vix aliter potest obtineri, quam ut schema Koellikerianum[2]) advocemus, quo facto, ut inepte mihi videtur, statuitur fieri posse, ut eadem fibra alio loco habeat vim nervi, alio autem vim fibrae indifferentis, velut eius quae pertinet ad telam coniunctivam.

Multo igitur magis sibi constare putandi sunt nonnulli viri docti cum dicant, ob coniunctionem quae est fibris radialibus cum membrana limitante (quae ipsa ne ad telam coniunctivam pertineat non est dubitandum), illas ipsas per totum earum curriculum, simulque bacilla conosque secundum Koelli keri sententiam iis annexa, nec minus grana strati granulosi interni et externi, haec omnia pertinere ad naturam telae coniunctivae. Hanc autem sententiam secutus est Remakius, cum maiore rei consequentia etiam tum Bidderus et quos ille discipulos habuit Blessigius Lehmannusque: qua probata partium ad retinam pertinentium nulla relinquitur nervosa nisi fibrae nervi optici et cellulae gangliosae.

Quid? quod Henr. ipse Muellerus, cui fibrarum radialium detectionem debemus, non aliam rei explorandae rationem invenisse videtur, quam ut fieri posse existimaret, ut quae fibra in membrana limitante fulciendi tantum caussa adesset, eiusdem pars extrema

---

1) Handbuch der Gewebelehre ed. tertia. 1859 p. 641.

2) l. c. p. 639 fig. 338.

coniuncta esset cum elementis nervosis[1]). Verumtamen cum quam directam Koellikerus existere coniunctionem inter bacilla fibrasque in limitante terminantes demonstraverit, non ita exploratam H. Muellerus iudicet[2]), fieri potest ut duo sint genera fibrarum radialium, alterum ad nervos alterum ad telam coniunctivam pertinens. Quam sententiam ab H. Muellero adumbratam unice esse veram experimenta a me ipso facta iam ante longius tempus mihi persuaserunt, quo ipso tempore in dissertatione de terminatione nervi olfactorii conscripta accuratius ego definivi, quid interesset inter fibras radiales retinae nervosas et inter eas quae ad telam pertinent coniunctivam[3]). Idem hac de re nostra alii quoque senserunt, veluti Leydigius[4]). Koellikerus autem, cuius hac in re diiudicanda auctoritas non minimi est momenti, utpote qui experimentorum partem una cum Henr. Muellero susceperit, sententiam prius de natura fibrarum radialium retinae propositam sine ulla eius permutatione conservavit. Quamquam ne ipse quidem infitiatur, multas res esse, quae partem fibrarum radialium indifferentis, non nervosae esse naturae probent; verum cohaerentia earum, pro re explorata ab eo habita, cum bacillis et conis — sine dubio nervosis — impedimento est, ne totius rei certum quoddam iudicium ab eo proferatur[5]).

Atque ego persuasum habeo, qui acriter rem observaverit, moleste eum laturum esse cum videbit rem tanti momenti, quanti est de qua agimus, cuiusque accurata cognitio physiologiae sensus, qualis sit visus, non paullum profutura sit, adhuc versari in eo dubio eaque obscuritate. Itaque operae ego pretium me facturam esse spero, si fusius rem tractare conabor: qua in re primum id videndum est, ut de proprietatibus variarum retinae fibrarum quam accuratissime discernatur, ne dubitatio esse possit, quae sint quaeque non sint nervosae. Deinde quaestio est instituenda harum fibrarum qualis sit cohaerentia cum cellulis et potissimum cum elementis strati bacillosi, ut appareat quid ad nervosam pertineat naturam quid non. — Quodsi pro huius scriptionis occasione et angustiis non continget, ut res tantae difficultatis ad finem iustum perducatur, nonnulla tamen nec ea sine aliquo momento me proditurum spero, quae toti quaestioni solvendae non obfutura esse videntur.

Primo igitur capite disputabimus de fibris strati optici retinae, quarum ne sit nervosa natura non iam dubitari potest, sed quarum de structura non eadem est omnium sententia, capite altero de fibris Muellerianis et de fibris telae coniunctivae; postremo fibras nervosas quae sunt in externis retinae stratis persequendas mihi sumam.

---

1) Zeitschrift für wiss. Zoologie Tom. 8. p. 73. seq.
2) l. c. p. 75.
3) Monatsberichte der k. Akademie der Wissensch. zu Berlin 1856. p. 511.
4) Handbuch der Gewebelehre 1858 p. 225.
5) Handbuch der Gewebelehre p. 640 Anm.

Cap. I. De strato nervi optici retinae.

Excepto solo Petromyzonte inter pisces, cuius nervi prorsus carent vagina medullari, animalia vertebrata omnia, quantum quidem notum sit, in trunco nervi optici usque dum transit ille in retinam fibras habent medulla nervea circumdatas. In ipsa autem retina, cuius internam superficiem crasso nervosarum fibrarum strato exstructam esse notum est, vaginam medullarem illae perdunt, apud quaedam animalia vel ante papillam nervi optici, apud alia paullo post illam, adeo ut fiant fibrae pellucidae, luce incidente non iam albae apparentes, pallentes pellucidaeque, magnam partem tenuitatis fere indeterminabili.

Fibrae nervi optici differunt ab aliis fibris nervosis periphericis et quod multa sunt tenuitate parumque resistunt et viribus externis et adductis chemice reagentibus. Qua in re similes sunt fibris substantiae medullaris cerebri et medullae spinalis. Quae quomodo diversae sint a fibris nervorum periphericorum non obscurum esse constat. — Fibrae nervorum periphericorum cur fortius resistant, minus autem fibrae organorum centralium, huius rei causa iure mihi videtur posita esse in vagina exteriore („vagina Schwanniana“), quam ex analogia sarcolemmatis, in sequenti disputatione „*Neurolemma*“ nuncupare placet. Vaginam medullarem et cylindrum axis utraeque habent pari modo, fibrarum nervearum diversum autem est neurolemma. Cuiusmodi vero sit haec neurolemmatis differentia in eo minime concordes sunt virorum doctorum sententiae. Veluti Stilling[1]) (ut recentium nonnullos nominemus) quem notum est in subtiliorem fibrarum nervearum structuram fusius atque diligentius inquisisse, nihil interesse statuit inter formationem neurolemmatis centralium et periphericarum fibrarum nervearum. Cuius sententiae nescio an nullam habeat laudatorem, quemadmodum ne ceterarum quidem sententiarum de subtiliore nervorum structura propositarum, quas positas esse in erroribus, ortis ex solutionibus acidi chromici adhibitis, facere non possum quin palam contendam, adiutus simul aliorum suffragiis. Tum qui adversarii Stillingii extiterunt Bidderus et Kupferus[2]) fibris cum organorum centralium systematis nervosi tum albae potissimum substantiae medullae spinalis neurolemma omnino deesse statuunt, eas contra ex vagina tantum medullari et cylindro axis constare et ita quasi nudas immissas esse substantiae coniunctivae, qua sint circumdata nervea omnia elementa medullae spinalis et cerebri. Mediam viam ingressus Koellikerus minorem resistentiam

---

1) Neue Untersuchungen über d. Bau des Rückenmarkes 1858, p. 723 seq.
2) Untersuchungen über die Textur des Rückenmarkes 1857, p. 26.

fibrarum nervearum cerebri medullaeque spinalis tenuiori vaginae externae (neurolemmatis) naturae tribuendam dicit, eandem tamen omnino negandam nec in ullius generis fibris nerveis statuendam esse censet.

Admodum sane difficile est hac in re certum quiddam et omni dubitatione liberum decernere. Specie quidem, mea sententia, hoc commendatur, ut a fibris cerebri et medullae spinalis vaginam externam abesse iudicemus. Cuius rei ut discrimen adducerem omnium ego rationum, ab aliis ad probandam vaginam externam[1]) adhibitarum, ex ordine experimentum feci. Verum neque illis rationibus nec diuturna maceratione facta in aqua perpauca acidi chromici copia admixta ($\frac{1}{12}$ gr. in unciam aquae) — qui modus est admodum commendabilis si quis demonstraturus sit vaginam externam nervorum periphericorum — umquam ego in fibris, ex media substantia medullari aut cerebri aut medullae spinalis desumtis, quidquam vestigii vaginae externae detegere potui. De Petromyzonte etiam, cui omnino desunt fibrae medullares cuiusque externa nucleisque instructa vagina fibrarum nervearum periphericarum tam aperte oculis est obiecta, quae primus Stannius[2]) proposuit, R. Wagnerus[3]) postea probavit — esse enim fibras cerebri et medullae spinalis meros cylindros axis neque ullo tegumento vestitas — in iis falsi quid inesse nego; ita ut cum Virchovio[4]), nuper de distinguendis his fibris in substantiam corticalem et medullarem praecipienti, consentire equidem non possum.

Quidquid de fibris organorum centralium systematis nervosi constat, fieri mea sententia non potest, quin in fibris nervi quoque optici observetur. Quae etsi prioribus tela coniunctiva multo firmiore sunt convolutae, ipsae tamen fibrae sunt prorsus eiusdem teneritatis atque fibrae organorum centralium. Neque ipsae, dum sunt integrae, per spatium longius isolari possunt, neque in earum neurolemmate demonstrando quidquam eventus efficitur. Tum inclinatione quadam liquescendi, admotaque aqua aut impressione in varicositates abeundi, et ipsae prorsus sunt similes fibris organorum centralium. Fibrarum quales sint proprietates trunci nervi optici propter nimiam telae coniunctivae firmitatem difficile est exploratu. Abest haec firmior tela coniunctiva a retina; cuius quidem fibrae nerveae ipsae sunt commutatae. In solo lepore timido et cuniculo duae striae albarum medullamque nerveam continentium fibrarum ab introitu nervi optici in retinam abeunt, non mutata

---

1) Cf. Koelliker l. c. p. 277.

2) Mittheilungen d. k. Soc. d. Wiss. zu Göttingen 25. Apr. 1850. Tum, in Neurolog. Untersuchungen von R. Wagner p. 85.

3) Icones physiologicae ab A. Ecker editae Tab. XIV, fig. 13.

4) Cellularpathologie p. 245.

fibrarum natura qualis est in trunco nervi optici[1]. Hae, cum tela firma coniunctiva non iam contineantur, maxime sunt aptae ad quaestionem instituendam. Adhibitis idoneis reagentibus nemini non persuadebitur: deesse his fibris vaginam externam.

Quod cum ita sit, facere iam non possumus, quin fibras trunci nervi optici non constare nisi e vagina medullari et cylindro axis constituamus. At quae sunt partes quaeque proprietates pallidarum pellucidarumque fibrarum, quae e fibris medulla nervea instructis in retina evadunt? Integrae fibrae vix possunt isolari: tam sunt molles, tam tenerae, tam tenues, tam arcte inter se cohaerent, ut plerumque nihil conspiciatur nisi massa lineis striata, divellendo fibrarum strato disiuncto. Raro contingit, cum fit experimentum in humore aqueo, ut nonnullae fibrae latiores isolentur. Perpallidas eae homogenasque aut moleculis punctatas fibras exhibent, quae quoad modum lucis refringendae aequantur axis cylindris integre isolatis, quales possunt exhiberi e fibris cerebri medullaeque spinalis; quae eaedem contra a fibris nerveis medullam continentibus — vel iis quae vestigia tantum medullae gerunt, quales possunt cognosci in peripherica terminatione nervorum quorundam — propter inopiam lineamentorum distinctorum et maioris lucis refringendae facultatis longissime distant. Inclinatio earum varicositates certis intervallis recipiendi saepius vel in fibris istis integre isolatis observatur.

Multo prosperius res succedit quum, antequam observationem facias, oculum per aliquantum temporis in solutione acidi chromici aut Kali bichromici posueris. Solutionibus non nimium concentratis, id quod potissimum in acido chromico videndum est[2], facile fibrae nerveae isolantur. Ipsae sunt pallidae, variae crassitudinis, raro eiusdem latitudinis quae est cylindrorum axis fibrarum nervearum crassissimarum, plerumque paene immensurabilis tenuitatis fibrae, in quarum ne crassissimis quidem inter tegumentum et contentum potest differri. Universae nulla excepta excellunt, adhibita illa parum efficace acidi chromici solutione de qua supra memoravimus, varicositatibus, satis paribus intervallis repetitis. Eas quidem gerunt fibrae et crassissimae et tenuissimae, ita tamen, ut in his, nisi admodum aucta magnitudine, plane percipi non possint. Ne varicositatibus quidem, quae aequabiles substantiae fibrarum tumores esse videntur, quidquam est tegumenti. Interdum tamen, certis concentrationis

---

1) Simile quid in homine observatum a Virchovio est; cf. Archiv für path. Anatomie Tom. X. p. 190, et ophthalmoscopio in hominibus vivis haud raro invenitur, cf. Liebreich in Graefe Archiv Tom. IV, pars II, p. 299.

2) Suppetit acidi chrom. $^1/_{10} - ^1/_4$ gr. in unciam aquae, in quam oculus non nisi *apertus* est ponendus. Observatio etsi nonnullis horis post incipi potest, melius tamen isolatio saepe evenit fibrarum post duos vel quatuor dies. Praeparatum ut diutius in liquore conservetur saepe fieri non potest, quod brevi putrescit. — Kali bichrom. cum adhibeatur minus interest qualis sit gradus concentrationis. Si non multo postquam oculum in solutionem inieceris observationem facturus es, apte uteris solutionibus quam plurimum concentratis.

solutionum gradibus, varicositates intus subgranosae sunt, fibris inter varicositates positis nihil eiusmodi praebentibus (Fig. 2). Gradus autem concentrationis solutionis acidi chrom. quum maiores adhibeantur ad imponendos oculos apertos (½—1 gr. et plus etiam in unciam unam aquae) fibrae opticae carent varicositatibus; fiunt etiam post situm diuturniorem rigidae atque fragiles, nimiamque ob duritiem telae inter ipsas positae coniunctivae, quam post commemorabimus, in fasciculos, sicut decurrerunt, conglutinatae sunt, ita ut aegre possint isolari [1]).

Non alienum videtur, quas descripsiums varicositates comparare cum iis, quae in fibris cerebri medulla nervea instructis inveniuntur, et quae post primas Ehrenbergii relationes multifariam virorum doctorum ingenia occupaverunt. Ut illarum varicositates referendae sunt ad medullae nerveae commutationes, ita fibras retinae propter ipsas varicositates quodammodo saltem medulla instructas esse existimaverunt. Maxima vaginae medullaris pars fibrarum strati optici retinae quin evanesceret nemo potuit dubitare; omnino autem eam evanescere paucis tantum probabile videbatur, ut Bowmanno [2]) et Remakio [3]), qui retinae fibras pro nudis cylindris axis habendas esse constituerunt. Haec sententia num vera esset Koellikerus dubitavit, quoniam in axis cylindris, quales ex medullaribus fibris nerveis per artem isolari possent, varicositates numquam ortas vidisset [4]): ratus, fibras retinae constare aut e cylindris axis tenui vagina externa instructis, aut ex substantia mixta ex ea cylindri axis et substantiae medullaris. Atque hanc quidem Koellikeri sententiam suam quoque fecisse videtur Henr. Muellerus [5]). Ego eam probare non possum. Etenim deficiente fibris trunci nervi optici vagina externa (neurolemmate), id fieri in fibris retinae, medulla carentibus, minus etiam credibile est. Ac ne mistas esse utrasque substantias modo memoratas arbitremur, prohibet modus refringendae lucis, utique non abhorrens ille in fibris nostris a modo nudorum axis cylindrorum.

Nihil igitur aliud reliquum est, quam ut, secuti Bowmannum et Remakium, fibras

---

1) Omnium vertebratorum fibras strati optici retinae etsi varicosas reddere licet, quod iam alio loco commemoravi (Mueller's Archiv 1858 p. 363), tamen hac in re differunt animalia calidi sanguinis et sanguinis frigidi, cum illorum fibrae magis inclinent ad formandas varicositates quam alterorum animalium fibrae. Quod quum in solis varicositatibus, ut res sunt, posita facultas sit recte diiudicandi, quae fibrae retinae sint nerveae, quae aliae, admodum optabile videtur, ut numquam pro libidine provocari non possint. Id quod plerumque contingit per solutiones tenuissimas acidi chrom. ($^1/_6$—$^1/_{10}$ gr. in unc. aqu.); saepe prosperius, quum oculus non statim sed nonnullo post mortem immissus sit in solutionem. In una rana nondum ullo modo mihi contigit, ut varicositates in fibris strati nervi optici observarem.

2) Lectures on the eye.

3) Medicinische Centralzeitung 1854 No. 1.

4) Handbuch der Gewebelehre edit. III. p. 279: „Wirkliche Varicositäten zeigen die Axencylinder nie (Remak zieht unpassender Weise die Opticusfasern der Retina zu den Axenschläuchen)“.

5) Zeitschr. f. wiss. Zoologie Tom. VIII. p. 22.

retinae nerveas, lineamentis medullae nerveae propriis alboque fulgore amissis, nudos esse axis cylindros iudicemus. Tum etiam vel Koelliкeri dubitationem, quam habuit de varicositatibus, tollere me posse confido. Iam alibi contigisse mihi declaravi, ut cylindros axis e fibris nerveis medullaribus isolatos in eum statum commutarem, ut fibris nerveis varicosis retinae prorsus essent similes. Adumbratio in fig. 1 a me condita omnem diluet dubitationem. Describit ea fibras nerveas medullares nervi acustici Esocis lucii atque Acerinae cernuae, quae, tractatae parum efficace solutione acidi chromici, eo adductae erant, ut divulso nervo isolati axis cylindri universi, et lati et minus lati, crebras varicositates exhiberent. Tale praeparatum quibus conditionibus perficiatur non omnia habeo explorata. Primum necessariae sunt solutiones acidi chrom. maxime attenuatae; deinde non parvi esse videtur momenti, ut fibrae sint nervi acustici de quibus hic sermo est, quas mollissimas esse constat vagina externa deficiente, ut est in nervo optico et tractu olfactorio. His rebus expositis nihil iam restare videtur quod vetere possit, ne fibras nerveas retinae medulla carentes *nudos esse axis cylindros* constituamus.

Cap. II. De fibris Muellerianis retinaeque tela coniunctiva.

Quas ego voco fibras Muellerianas, praeeunte Koellikero, ab Henrico Muellero primum descriptae sunt fibrae retinae, cursu radiali decurrentes et coniunctione singulari quadam, nisi in macula lutea retinae hominis non desiderata, cum membrana limitante insignitae. In integra retina vestigia tantum earum deteguntur, facile autem cognoscuntur in praeparatis duratis; ad quas isolandas tenues solutiones acidi chromici aut Kali bichromici, Sublimati, Aluminis chromici aliorumque nonnullorum salum sunt commendandae.

Altera terminatio fibrarum Muellerianarum paucis locis exceptis in membrana limitante, ut dictum est, invenitur; aut fibrata est aut in membranae modum extensa vinculoque anastomotico cum fibris finitimis eiusdem generis coniuncta. Altera terminatio difficilior est observatu. Haec haud procul a strato intergranuloso dilabi solet per angulum acutum in fibras complures, quae in externum usque stratum granulosum sese immittunt, quorum cum cellulis directa via coniunctae dicuntur, ea ratione, ut suum quaeque fibra Muelleriana habeat numerum granorum externornm una cum adiacentibus bacillis atque conis. Fibrarum multae sub mediam longitudinem tumorem habent nucleo instructum.

Henr. Muellerus cum in priore commentario de his fibris conscripto [1]) similitu-

1) Zeitschr. f. wiss. Zoologie Tom. III, 1851, p. 235.

dinem quandam earum, quales quidem apparent in retinis duratis, cum fibris telae elasticae extare edocuisset, Koellikerus primo dubitanter tum liberius pro nerveis fibris eas habendas esse confirmavit[1]). Post H. Muellerus[2]) ipse magis ad hanc sententiam est traductus, id unum quod Koellikerus reservans: internas membranae limitanti adversas terminationes non tam nerveas esse posse, quam videri ad telam coniunctivam pertinere, neque aliud nisi apparatum fulciendi exhibere. Externas autem harum fibrarum terminationes nerveae esse naturae ex eo deducitur, quod cum cellulis sint coniunctae externi strati granulosi, et per id cum bacillis et conis cohaereant, quos pro partibus lumen percipientibus retinae ideoque pro terminationibus fibrarum nervearum declarandos esse utrique viri docti consentiunt.

Fieri non potuit, quum non facile sententia de duplici fibrarum Muellerianarum natura omnibus probaretur, quin alii huius rei studiosi eas, ut iam diximus, per totam earum longitudinem simul cum omnibus corporibus cohaerentibus nerveas esse negarent, ad telam coniunctivam pertinere affirmarent. Eorum in numero erat Remakius[3]); ad extremum autem sententiam de elementis retinae, quasi ad telam coniunctivam pertinerent, adduxerunt inter eos qui Bidderum secuti sunt Blessigius[4]) et Lehmannus[5]), qui ex omnibus retinae partibus nihil pro nerveis agnoverunt quam fibras nervi optici.

Quae de natura fibrarum radialium retinae sentirem breviter ego exposui in dissertatiuncula ea quam scripsi de terminatione nervi olfactorii[6]). Demonstravi duo esse genera fibrarum radialium utique diversa, alterum constantium e tela coniunctiva (quas equidem Muellerianas nuncupo) alterum nervearum.

Hoc ego discrimen etiam post quaestiones recens a me institutas immutatum conservandum esse arbitror. *Fibrae Muellerianae retinae fibrae sunt telae coniunctivae, neque ullam habent similitudinem cum fibris nervosis; nusquam sive cum illis sive cum aliis elementis nerveis continuantur.*

Fibrarum Muellerianarum maxima pars radices habet in membrana limitante vel potius eam ipsam cum terminationibus suis internis efficit. Membrana ista, ut verum dicam, nihil aliud est quam consociatio omnium terminationum internarum fibrarum M., quae con-

---

1) Würzburger Verhandlungen 1852. 3. Juli. Microscopische Anatomie II. 2. 1854, p. 697. Handbuch d. Gewebelehre ed. III, p. 279.

2) H. Muelleri sententia de natura fibrarum radialium amplissime exposita est in Zeitschr. für wiss. Zoologie Tom. VIII, p. 72—76.

3) Medicin. Centralzeitung 1854, Nr. 1.

4) De retinae textura. Dorpat 1855 p. 83, et Conclusio 7tima.

5) Experimenta de nervi optici dissecti etc. Dorpat 1857 p. 63.

6) Monatsberichte der k. Academie zu Berlin. 1856 p. 511.

sociatio ita fit, ut primum fibrae in terminatione interna sese amplificent, tum dividantur, deinde retis instar coniungantur [1]), denique ad membranam, modo magis homogenam modo tunicae fenestratae similem atque multifariam perfractam coalescant. — Modus consociationis re vera admodum est mutabilis. Aut sunt trianguli membranae similes fibrarum tumores, qui in basi coniunguntur, aut solidae dilatationes in formam coni factae, aut dilabitur fibra in plures ramos ad modum coni discedentes, quorum quisque parvum habet in terminatione tumorem, qui tum ad membranam, omnes coniungentem, coalescit; aut denique singularum terminationum coniunctio tenuiter maculatae reti similis efficitur, ita ut firma membrana, quam membranam limitantem appellare licet, prorsus, ut ita dicam, desideretur. Quemadmodum igitur hac ratione fibrae Muellerianae disiunctae et retis in modum coniunctae membranam efficiunt limitantem, ita per totam longitudinem spatii sui, adversus externum granulosum stratum directi, id est fere per totam retinae crassitudinem, aliis locis plus aliis minus habent inclinationem, ut per processus laterales initia ponant tenuis systematis reticularis omnes inter se coniungentis, quod elementa nervea stratorum omnium amplectitur et continet. Hoc systema telae coniunctivae reticularis vel spongiosae, etiam in strato optico retinae apertum, per spatia adeo est tenue, ut etiam diligentissime conservatum et integre isolatum magnitudine trecenties aucta molecularem tantum substantiam exhibeat, cuius vera natura nisi maxime aucta magnitudine intelligi non potest. Partim sunt formationes membranosae, tunicis fenestratis similes, partim est substantia spongiosa aeque quoquoversus extensa, cuius in plagis modo grandioribus modo minoribus fibrae nerveae decurrunt, ita ut, nisi divulsa tela coniunctiva, de situ moveri non possint.

Tela coniunctiva quodammodo locum externae vaginae occupat, quam fibris strati optici deesse supra observavimus. Extra has fibras interque eas, saepe usque ad ipsam membranam limitantem sese immittentes cellulae gangliosae sunt collocatae, quas item tenues fibrarum Muellerianarum terminationes quasi reti quodam circumdant, saepe ut species oriatur, quasi — quid quod Koellikerus et Henr. Muellerus statuerunt — coniunctio directa inter utrasque partes sit, quae revera nulla est. Longe tenuissimum verum et inprimis densum, plagis amplioribus carens, rete est pro fundamento molecularis quam vocant substantiae retinae inductum. Cuius de substantiae compositione, sicut de cortice cerebri cinereo huic affini, multum est disceptatum. Revera e duobus tantum elementis constare mihi videtur: e tenuissimo apparatu ad fulciendum e fibris in modum retis composito, quae proficiscuntur a fibris

1) Sicut Köellikerus et H. Müllerus in Fig. VIII, Tab. XIX. in iconibus physiologicis editis ab A. Ecker delineaverunt.

retinae Muellerianis; tum e tenuissimis axis cylindris eiusdem naturae ac fibrae tenuissimae strati optici aut tenuissimi processus cellularum gangliosarum. Ne tertium elementum, massam dico revera molecularem, insit in hoc strato in dubium ego vocem. Fibras huius substantiae nerveas iam Pacini[1]) vidit, probaverunt Remakius et Henr. Muellerus; subtile verum trabecularum systema telae coniunctivae spongiosae a nullo, si rem acu, ut dicunt, tango, ad huc est intellectum. Neque ego diffiteor non facile id videri nisi, vel in praeparatis maxime idoneis, sexenties ad octingenties usque aucta magnitudine, ut plane conspiciatur. Praecipue cavendum est ne in quavis retina durata in conspectum illud adduci arbitremur. Porro certa quaedam animalia melius ad rem demonstrandam convenire quam alia non est praetereundum, quorum e numero Plagiostomi potissimum sunt commendabiles, quorum systema telae coniunctivae molecularis (quam dicunt) substantiae minimum est tenue, ita ut, qualem gradum concentrationis liquor habeat adhibitus ad durationem minus intersit, quam in aliis animalibus. Sectiones si quidem sunt tenues, plane ante oculos ponunt transitum non solum processuum sed saepe etiam totarum fibrarum Muellerianarum in filigranosum systema trabecularum. — Fig. 5 describit sectionem retinae Raiae clavatae sexcenties auctam, cuius in signo *gg* systema reticulosum strati molecularis et quomodo cum fibris Muellerianis cohaereat apparet.

Difficilior inquisitio est in mammalibus et in homine. Sicut ad demonstrandam tenuissimam telam trabecularum splenis et glandularum lymphaticarum — id quod fecit Billrothius[2]), peritissimus rebus histiologicis, tum Heidenhain[3]) — praeparata durata in tenuibus solutionibus acidi chrom. aut kali bichromici aptiora sunt quam in concentratis solutionibus, ita in retina quoque res sese habet. Pulcherrima et ad persuadendum aptissima praeparata consecutus sum adhibito $1/6$ gr. acidi chrom. in unciam aquae, in quam oculus sectione circulari dimidiatus depositus et per diem unum ad quatuor dies conservatus est[4]). Ex tali praeparato retinae ovis desumtum est delineamentum fibrarum

---

1) Nuove ricerche sulla tessitura intima della retina. Bologna 1844.

2) Müller's Archiv 1847 p. 58 Tab. III. Beiträge zur pathologischen Histologie. Berlin 1858.

3) Symbolae ad anatomiam glandularum Peyeri, Vratislaviae 1859.

4) Oculus dimidiatus ponatur in solutionibus $1/5$, $1/6$, $1/8$, gr. acid. chrom. in unciam aqu. et inquiratur per tempus supra circumscriptum divellenda parva retinae parte. Fibrae Muellerianae satis facile sunt isolandae nec rugosae nec tumidae esse debent. Praeparata diutius conservata in tenui acidi chrom. solutione putrefiunt. Kali bichrom. cum usurpatur minus interest quantus sit gradus concentrationis, praesertim si non multo postquam oculus iniectus erat in solutione experimentum rei facturus es. Ego usus sum $1/2$, 1 et 2 gran. in unciam aqu. Oculus si non apertus immittitur et acidi chrom. et kali bichrom. gradus altior concentrationis adhibendus est. Bacilli et coni non conservantur nisi adhibitis 12 gran. kali bichrom. in unciam aqu., tum oculus per hebdomades duas vel tres intactus est relinquendus. Hoc postremum ut efficerem mistura kali bichrom. gr. X et kali sulphur. gr. V in unciam aqu., ab H. Muellero adhibita, commode usus sum.

Muellerianarum in fig. 3 descriptum idque magnitudine octingenties aucta per microscopum *Amicianum*. Latae earum terminationes ad membranam limitantem coaluerunt, quae, quocunque loco fibrarum extremitates non omnino concurrunt, foramina (ut in *a*) habet, quae conspicanti retinam integram a planitie ad corpus vitreum apposita, planissime apparent [1]). Fibra a dextra parte huius figurae sita in membrana limitante decurrit in tenuem tunicam fenestratam. Media terminatur in conum solidum, striis prominentibus exstructum, inter quas occurrunt loca tenuiora. Eaedem striae (Leisten) in membrana limitante cum vicinis striis similium fibrarum Muellerianarum coniunctae erant. Atque haec quidem forma ceteris est longe frequentior. Modus autem caelaturae (Reliefverhältnisse) horum tumorum admodum est diversus, ut suam quisque habeat proprietatem nec facile ullus alteri sit prorsus similis.

Plerumque fibrae Muellerianae, ubi inter fibras strati optici decurrunt, speciem sumunt tunicae fenestratae, quemadmodum in figura demonstravimus. Ac tali quam simillimae sunt tenues illae reticulae, quae plerumque (ut in *bb*) inter fibras extensae sunt et divulsae tamquam panni suspensae remanent. Assumta magnitudine 300—400es aucta dubitatio adhuc relinquitur, cum substantia moleculari an cum reticulis tenuibus res sit. Verum iam praeceptum Welkerianum ad discernendas excelsitates minimas et foveas [2]) suppetit, ut unicuique persuadeatur, hoc esse systema trabecularum prosilientium, foveis interruptarum. Adhibito verum systemate 9 Oberhäuseri vel potius Amiciana lente magnitudinem maxime augente laceratis potissimum marginibus plane nobis persuadetur, propositam nobis esse massam filigranosam tenuiter perfractam. — Similis, quamquam saepe difficilior etiam cognitu, est substantia coniunctiva strati molecularis, in quo exploratio, nisi instituta in stratis tenuissimis, qualia fibris Muellerianis post isolationem saepe pannorum instar adhaerent — cf. Fig. 3 *cc* —, eventu nullo utitur. Ceterum ipsum Henricum Muellerum apertum est vestigia vidisse fibrarum tenuissimarum a radialibus fibris in stratum moleculare transeuntium [3]).

---

1) In A. Eckeri Icon. physiolog. tabula XIX figura XIV, a Koellikero et H. Muellero delineata, haec quidem foramina descripta et litteris *bb* sunt significata, scilicet sub falso nomine cellularum nervearum.

2) Bemerkungen zur Micrographie. Henle und Pfeuffer Zeitschrift f. rat. Med. Neue Folge tom. V, 1855, p. 172.

3) Zeitschrift für wissensch. Zoologie vol. VIII, p. 73: „Erstens bemerkt man manchmal, dass von den Radialfasern, wo sie durch die granulöse Schicht treten, ganz feine Fäserchen abgehen, die sich in jener verlieren." Porro p. 116: Sicher ist, dass die (molekuläre) Schicht erstens durchtretende Radialfasern enthält, und zweitens Fortsätze von Ganglienzellen, welche sich zum Theil verzweigen. Ausserdem scheint noch eine völlig amorphe Substanz da zu sein, welche der Bindesubstanz angehörig hie und da mit den Radialfasern in engerer Verbindung steht. Ob damit Alles erschöpft ist, möchte ich darum nicht ganz bestimmt aussprechen, weil man sowohl an anderen Stellen als in der Re-

Omnium fere animalium substantia molecularis retinae in tenuibus sectionibus transversis pro vestigio stratorum praebet maiorem modo, modo minorem numerum fuscarum linearum horizontalium. Quas identidem memorans H. Muellerus nulla singularia earum elementa potuisse se invenire confirmat. In Raiarum retinis facile ego observare poteram, has lineas maxima ex parte oriri condensatione tenuis systematis trabecularum ad telam coniunctivam pertinentium, ideoque esse validiores partes strati molecularis (cf. Fig. 5 *gg*).

Etiam in strato granuloso interno fibrae Muellerianae exstructae sunt maiore vel minore tenuium processuum numero. Hi transeunt in telam coniunctivam universos nucleos cellulasve strati, de quo diximus, amplectentem et continentem, cuius eadem est natura quae priorum stratorum, cuiusque in lacunis amplioribus grana interna sunt collocata. Quae res observari potest et in tenuissimis sectionibus et in praeparatis divulsis, veluti e ⅙ gran. acidi chrom. Talis praeparati in margine, si cellulae nonnullae e maculis telae coniunctivae excidunt, relinquuntur excavationes acriter circumscriptae, quarum tela circumdans ex eadem, specie quidem moleculari, re vera autem retis instar perfracta, tela coniunctiva comparata est, qualis est in stratis quae ante commemoravimus.

Multorum piscium stratum granulosum internum membrana, e cellulis planis formata, horizontaliter dividitur in partem externam tenuiorem et in crassiorem internam. Huius strati cellulas, quae prius in numero saepius cellularum nervearum sunt habitae, qui primus accuratius descripsit Henr. Muellerus[1]) extrorsum a strato granuloso interno in stratum intergranulosum transpositas vult. Ac sane illae stratum intergranulosum efficiunt, quod tamen, in Esoce quidem lucio, in Cyprinis, in Plagiostomis, non idem est atque stratum intergranulosum proprie sic dictum. Ceterum illud stratum, quod, ubi disiunctum est ab hoc, *stratum intergranulosum fenestratum* nominare libet. In piscibus, quos diximus, constat non solum e cellulis sed etiam e systemate fibrarum tenuium, quae, in eadem planitie horizontali decurrentes, ex parte quidem cum fibris Muellerianis directa via coniunctae sunt. Hae fibrae horizontales — id quod admodum videtur observatione dignum — ex parte *evadunt e cellulis strati intergranulosi fenestrati ipsis.* Cellulae dissolvuntur in tenue systema retinosum fibrarum, nonnumquam tam absolute, ut nuclei tantum, qui supersunt, fuisse hic aliquando grandes laminas cellularum fenestratas prodant. Praeclarum huius rei exemplum praebet Raia clavata (conf. fig. 6). Magna cellularum pars huius strati aperte docet, re vera agi

tina manchmal kaum zu unterscheiden vermag, was faserig ist, was bloss körnig, und fast sagen könnte, es gäbe auch im Nervensystem solche Anordnungen der Moleküle, dass Uebergänge existiren von dem was faserig ist zu dem was nicht mehr so genannt werden kann."

1) Zeitschr. f. wiss. Zoologie vol. VIII, Tab. I, fig. 9—14.

de iisdem elementis, quae in Acerina cernua descripsit H. Muellerus, qui item in Plagiostomis eadem inveniri confirmat. Plurima tamen eorum potes cognosci quam sint prona ad commutationem in systema tenuissimum reticulare. Existunt enim multis locis huius tunicae fenestratae e cellulis coalescentibus ortae, et potissimum in marginibus foraminum grandium, parva rotundaque foramina numerosa, quorum singula interdum ad maiora coalescunt. Nonnullis autem locis tam arcte sibi adiacent foramina, ut species retis tenuiter maculati oriatur, transeuntis in rete fibrosum telae coniunctivae inter grana interna decurrens, quod cum fibris Muellerianis coniunctum est. Aliquoties etiam vidi e loco quodam tunicae fenestratae crassam abire fibram, per internam partem strati granulosi interni usque ad stratum moleculare procedentem ibique sese immergentem (cf. fig. 5, e''), ut aut statim in tenue systema reticulatum eius transiret aut ad internam retinae superficiem decurreret. Haec ergo fibra prorsus erat iisdem proprietatibus quibus fibrae sunt Muellerianae.

Observationibus his de commutatione cellularum in rete fibrosum demonstratum est, *fibras telae coniunctivae e cellulis fissis exoriri posse, eo pacto, ut postremo nihil relinquatur nisi nuclei, qui tum nudi in tela fibrosa inveniantur.* Aetatem novissimam admodum fuisse foecundam operibus notum est telam coniunctivam tractantibus singulasque sententias valde sibi esse contrarias. Quae nos observatione habemus comperta de evolutione telae coniunctivae retinae, omnia concurrunt ad sententiam, doctrinae Virchowianae contrariam, a Schwannio primum propositam et a Koellikero iterum iterumque commendatam: non semper esse substantiam *intercellularem* quae fibras telae coniunctivae efficeret, sed e fissis etiam cellulis eas via directa oriri posse. Alienum ab hoc loco videtur, fusius tractare perplexam doctrinam de vi substantiae telae coniunctivae intercellularis et nucleorum cellularumve in eam immissorum. Quaecunque a me observata explicavimus denuo cautos nos esse iubebunt in decernendo tam difficili argumento quale est de ratione cellularum et fibrarum telae coniunctivae.

Iam ut redeamus ad telam retinae coniunctivam: pleraeque fibrae Muellerianae stratum granulosum internum permeant, stratum intergranulosum assecuturae. Ibi dividuntur in fibrillas, vel stratum intergranulosum traiiciunt posteaque cellulas strati granulosi externi reti tenuiter maculato implicatas tenent. Ipsum stratum intergranulosum, cum sit tenue, ut in plerisque animalibus, e denso reti fibrarum in planitie retinae currentium constat, inter quas nuclei nonnulli sunt intercalati. Directam plerumque coniunctionem habere videntur hae fibrae cum processibus fibrarum Muellerianarum, cum quarum natura eas consentire verisimile est. Rete fibrarum saepe tam tenue est, ut nihil nisi substantia tenuiter granulosa vel molecularis adesse videatur.

Singularis naturae stratum est intergranulosum in fundo oculi humani, circa maculam luteam et in ea ipsa. Ibi excepta fovea centrali, in qua fere deest, insignis est crassitudinis compositaque videtur e fibris radialibus facile disiungendis, quae, in praeparatis potissimum non admodum duratis, invicem tenui systemate reticuloso, quod Blessigius primus descripsit [1]), anastomisant: id quod aliis observantibus substantia tenuiter granulosa esse videbatur, re autem vera non diversum est a systemate telae coniunctivae ceterorum retinae stratorum. Itaque dubium esse non potest, quin fibrae radiales, de quibus diximus, strati intergranulosi ad telam coniunctivam pertineant, sicut Blessigius iam defendit.

Quem primus descripsit Bergmannus [2]) situm obliquum, nonnullis locis vel horizontalem fibrarum strati intergranulosi circum foveam centralem retinae hominis aperte ego observavi et constantem esse arbitror. Fibrae obliquae num re vera a conis abeant, quae est Bergmanni sententia, num porro sint omnes naturae nervosae valde difficile est ad diiudicandum.

Singulari denique observatione digna est quaestio, quae sit ratio fibrarum Muellerianarum in strato granuloso externo, in quo terminationem membranae limitanti oppositam habent. Koellikerus eas communionem cum tenuibus filis, a cellulis strati granulosi externi proficiscentibus — indirecte ergo a bacillis et conis — habere iudicat. Henr. Muellerus etsi nihil certi de hac communicatione confirmare poterat, admodum tamen verisimile talem esse constituendam non diffitetur [3]). Quae ego hac de re exploravi haec sunt: *transitum fibrarum Muellerianarum in processus cellularum strati granulosi externi, quantum quidem ad bacilla pertineant, non fieri.* Fibrae Muellerianae, ad penicilli — ut Koellikerus et H. Muellerus delineant — similitudinem divisae in telam coniunctivam transeunt, quae cellulas strati granulosi externi tamquam rete implicat, prorsus eodem modo, quo fuisse in strato granuloso interno supra cognovimus (cf. fig. 4). Fibrae huius sytematis reticulosi cellulas strati granulosi externi tam arcte continent, ut in divellendis duratis retinis singulae fibrae Muellerianae e connexu possint effindi, quibus crista cellularum strati granulosi externi cum bacillis et conis adhaeret. Res tali modo compositae Koellikerum commoverunt, ut directam coniunctionem statueret.

Tela coniunctiva strati granulosi externi prope bacilla acriter determinatur, non

---

1) l. c. p. 42.

2) Zeitschrift für rat. Medicin, series nova Tom. V, p. 245. Ibidem ser. tertia Tom. II, p. 83.

3) Confer praeter alia, quae scribit, p. 75 l. c.: „Was die Art der Verbindung der Radialfasern mit den äusseren Körnern betrifft, so kam mir öfters der Zweifel, ob nicht ähnliche Bilder an erhärteten Präparaten dadurch entstehen könnten, dass die feinsten Ausläufer der ersteren sich zwischen die letzteren verlieren ohne eigentliche Continuität und für viele Fälle ist eine völlige Evidenz nicht zu geben, doch ist der Anschein an unzähligen Präparaten gewiss für eine Continuität.“

enim pergit inter bacilla et conos. Hic terminus externus telae coniunctivae retinae tenuis est tunica — in sectione transversa ad speciem acris lineae, quae in zona aequatoriali seriei externae cellularum strati granulosi externi sita est (fig. 4. *aa*). Hae cellulae sunt immersae in foramina huius tunicae tamquam ova in lamina ad ova servanda perforata (Eierbrett). Tunicam ego appello *membranam limitantem externam.*

Linea acris quae in sectionibus transversis seriem externam cellularum strati granulosi externi coniungit aeque invenitur in hominibus et animalibus atque a Koellikero „Begrenzungslinie der Stäbchenschicht" est nominata[1]). Neque tamen Koellikerus neque H. Muellerus recte quidnam illa esset intellexerunt, rati, speciem esse rei, quasi celullae externi strati granulosi per processus a latere factos inter se essent anastomotice coniunctae: in quam sententiam Blessigius[2]) quoque abiit. Re autem vera habemus tunicam membranae limitanti, quae proprie vocatur, seu internae comparabilem: quae tunica ab altero tantum latere (ab externo) nuda est, ab altero cum tela retinae coniunctiva coaluit, ex qua ipsa similique ratione oritur qua membrana limitans interna in superficie interna.

Haec tunica qualem in se habeat utilitatem apparet: externae enim particulae strati granulosi externi supremo est firmoque fulcimento, quod eo magis videtur necessarium, quominus inter elementa strati sequentis, scilicet bacilla et conos, quidquam telae firmioris sit quo contineantur [3]). Quare fit ut tam facile tamque celeriter post mortem, imprimis disiuncta tunica chorioide, e situ suo moveantur. E praesentia membranae limitantis externa eius quoque rei caussam intelligimus, quam ob rem adeo difficile sit tamque raro contingat, ut bacilla conique integra una cum cellulis strati granulosi externi separentur. Contra tela coniunctiva cum idoneis solutionibus sit macerata, facilius fieri potest, ut partes illae inter se cohaerentes isolentur.

---

1) Gewebelehre ed. III, p. 630.

2) De retinae textura p. 11.

3) Qualis sit illa peculiaris substantia splendoris vitrei, quam inter bacilla oculi equini isolatam exhibere licuit H. Muellero, equidem dicere non possum. Sine dubio cellulae pigmento impletae, quae sunt in latere externo strati bacillorum, non minus sunt commodae ad continenda huius ipsius strati elementa. Multis in animalibus (piscibus, amphibiis, avibus), ut notum est, processus harum cellularum sunt, qui inter bacilla intrant atque, ne e situ moveantur, probibent. Numne in mammalibus et in homine processus harum cellularum pigmento carentes inter bacilla permeant? Fere ego crediderim. Ceterum obiter velim commemorare, imprudenter fecisse eos mihi videri, qui cellulas, de quibus sermo est, pigmento impletas ad Chorioidem tunicam referendas arbitrentur: imo, mea quidem sententia, ad retinam pertinent, cuius externum stratum efficiunt. Nam quod apud pleraque animalia arctissimo vinculo cum bacillis sunt coniunctae et quod, ex praeceptis physiologicis, sine pigmento visum laudabile omnino non esse certum est, satis sententiam a me propositam probaturum esse existimo.

Iam ubi telae coniunctivae fibrosae seu reticulosae tanta invenitur copia, cellularum quoque seu nucleorum copia quaedam adsit necesse est, sine quibus telam coniunctivam constitui non posse recentium virorum doctorum et Virchovii potissimum quaestionibus demonstratum est. Cuius generis huc usque tantum de singularibus cellulis tunicae fenestratae in strato granuloso interno sitae disputavimus, et ita quidem, ut velut transitum quendam esse statueremus a formis cellularum in Acerina cernua ab H. Muellero descriptarum ad systema illud tenuium fibrarum reti simile, in quo certis intervallis nuclei earum cellularum siti sunt, quarum substantia cellularis ipsa (protoplasma et membrana) in fibras sese commutavit, id quod e. g. in Raiae clavatae Esocisque lucii retina invenitur.

Quaerenti, quae aliae sint cellulae aliive nuclei telae retinae coniunctivae, prae ceteris ii nuclei occurrant oportet, qui, ut siti in tumoribus fibrarum Muellerianarum, ab omnibus qui studium in retinae structura collocaverunt descripti sunt. In magna fibrarum M. parte, eadem plerumque altitudine qua stratum granulosum internum situm est, intumescentiae reperiuntur, quas maximam partem e nucleo cum nucleolo constare nobis persuadetur, qui nucleus fibrae Muellerianae insinuatus sive arcte adiunctus est. Isti nuclei cum prodierunt ex praeparatis, quae in liquoribus conservantibus non nimium concentratis iacuerunt, forma sunt ovata, acribus lineamentis circumscripti, pallidi vero si eos comparas cum plerisque aliis granis strati granulosi interni, qui splendore quodam excellunt. Haec corpora sic formata sine dubio non cellulae sunt sed nuclei tantum. Eorum in medio fere invenitur nucleolus magna lucis refringendae facultate. Non raro quidem speciem habet, quasi nuclei isti iaceant in ovalibus fibrarum Muellerianarum tumoribus, pro his ipsis factis. Accuratius tamen inquirenti persuadetur, persaepe fibram Muellerianam a latere nuclei deflectere nucleumque fibrae agglutinatum modo esse. Vinculi loco, quo utrique inter se coniunguntur, tenue saepe rete telae coniunctivae fungitur, exiens a fibris Muellerianis, idque ita, ut nucleus ab eo circumneatur. Tum facile fit, aucta maceratione telae coniunctivae, ut nucleus a fibra Muelleriana separetur ideoque non ita raro tales fibrae sine tumore nucleato conspiciantur. Quae est conditio inter nucleos fibrasque Muellerianas prorsus similis esse videtur rationi, quae est inter nucleos fibrasque singularis illius strati cellularum (de quo supra locuti sumus) in strato granuloso interno piscium. Fibrae e protoplasmate cellulari exortae sunt, hac ipsa substantia partim in tenue systema reticulatum partim in fibras validiores radiatim decurrentes diffissa. Quo facto nuclei persistunt, etsi ipsius cellulae nihil sit reliquum. Vel exigua protoplasmatis vestigia, alioquin in tela coniunctiva circum nucleos persistentia, velut in tendinibus, in tela coniunctiva subcutanea, quarum substantiam intercellularem, quae vocatur, cum Schwannio, Henleo, Koellikero,

Billrothio aliis contendendum puto e fissa substantia cellulari ipsa evadere, hic deesse videntur.

Quare statuendum sit, fibras Muellerianas nonnullas quidem non in substantia sua ipsa continere nucleos, sed, sicut in aliis partibus telae coniunctivae, circumtexere tantum nucleos, ita ut nuclei in lacunis telae fibrosae iaceant.

Iam quaeri potest, nuclei fibris Muellerianis adiacentes utrum unici sint telae coniunctivae retinae, an potius in tenui tela reticulata *omnium* retinae stratorum similes inspersi inveniantur. Neque ego dubito quin hoc verum sit. Saepe, imprimis in strato granuloso interno et intergranuloso inveni nucleos, qui ovalibus pallidisque nucleis fibrarum Muellerianarum utique similes sunt, neque affirmare dubito, et hos et illos pro nucleis telae coniunctivae esse habendos. Tantas autem in se habet difficultates, ne hi nuclei ab cellulis strati granulosi externi et interni, cum fibris nerveis coniunctis, accurate recteque distinguantur, ut, nondum certa eius rei ratione reperta, de utriusque numero nihil confirmare possim. Quamquam id quidem pro certo constare videtur, *externum* stratum granulosum multo minus nucleorum ad telam coniunctivam pertinentium continere quam *internum*. Nam externi cellulae, quae cum bacillis cohaerent, pro nerveis sunt habendae, cum contra granulorum interni strati non pauca ad telam coniunctivam pertineant.

Atque haec sententia — id quod postremo commemoratum velim — optime concors est iis, quae de quibusdam retinae commutationibus pathologicis traduntur. Virchovius primus exposuit[1]) cellulas guttulis adipis impletas, quas ipse pluresque alii in degenerationibus retinae per complura eius strata observarunt, ad analogiam processuum similium in cerebro, oriri non ex cellulis nerveis sed ex cellulis telae coniunctivae. Rebus omnibus, quas ipse vidi, perpensis rectam hanc esse sententiam indico. Neque enim ulla ac ne minima quidem caussa est, cur pathologicas retinae commutationes aliter decurrere dicamus, ac centralium organorum systematis nervorum, a quorum penitiori structura mimine abhorret retina. Iam supra commemoravi, substantiam molecularem cerebri medullaeque spinalis, neurogliam a Virchovio nuncupatam[2]), ex eodem constare tenui systemate reticulato telae coniunctivae, ex quo substantia molecularis retinae: id quod in piscibus quidem et amphibiis expertus sum, quorum retis lacunae, quoniam grandiores, faciliores sunt observatu. Hoc in systemate reticuloso — ut in torpedinis lobo electrico cerebri, cuius in studio accuratissime sum versatus — idem iacent nuclei ovales, pallidi, nucleolis aperte instructi,

---

1) Archiv für path. Anatomie vol. X, p. 177.
2) Gesammelte Abhandlungen p. 890.

quos in retina fibris Muellerianis adiacentes descripsi. Etsi autem summam dedi operam, ut, in integro praecipue cerebro, cellulas e nucleis efficerem, tamen iterum atque iterum contendam, nudos esse nucleos in fibrarum rete insinuatos. Qui nuclei equidem non dubitaverim, quin, collecto circum se protoplasmate, certis sub conditionibus pathologicis cellulae fiant, verum, cum normali utantur statu, nisi iniuria cellulae in substantiam intercellularem insinuatae nominari non posse videntur.

Cap. III. De fibris nerveis in stratis retinae externis.

Primo capite quales sint fibrarum nervearum proprietates in interna retinae superficie perquirentibus nobis persuasum fuit, esse illas, exceptis paucis nonnullorum animalium locis, ubi vagina medullari instructae ideo lumine incidente albo colore utuntur (velut in lepore timido et cuniculo nonnullisque piscibus), nudos axis cylindros, idest fibras nerveas vagina medullari et vagina externa (neurolemmate) carentes. Iam cum in decursum earum per cetera retinae strata inquirendum sit, primum accedimus ad stratum cellularum gangliosarum, extrorsum excipiens stratum fibrarum nervi optici. Quae protulerunt Koellikerus, H. Muellerus, Corti, Remakins, Bergmannus alii, consensum, qui est inter has collulas et cellulas gangliosas cerebri et medullae spinalis, evidenter declaraverunt. In homine potissimum mammalibusque grandioribus istae cellulae pro cellulis gangliosis multipolaribus facile possunt demonstrari. Nucleus earum et nucleolus insigni sunt illa magnitudine, quam in cellulis gangliosis maioribus aliorum locorum invenire solemus. Quod cum processus earum adhibitis idoneis solutionibus easdem prorsus varicositates illas exhibeant, quas fibrae strati optici, ne minime quidem dubitatio est, quin harum fibrarum transitus sit statuendus in cellulas gangliosas. Idque fecerunt auctores, quos supra nominavimus.

Cellulae gangliosae ne suis sedibus moveantur prohibet tela coniunctiva reticulosa, quae a fibris Muellerianis oritur. Ubi cellulae in praeparatis duratis arte eripiuntur lacunae acriter excisae remanent, quarum confinium speciem ferre potest vaginarum cellularum gangliosarum — easque a se re vera observatas esse Remakius[1]) credidit, quas vaginas tamen cur hic statuamus non plus causae est quam in cerebro medullaque spinali.

Cellula ut efficiatur multi *membranam externam* adesse oportere censent. Quare retinae

1) Medicin. Centralzeitung 1854 Nr. 1.

quoque cellulas gangliosas, pariter ac easdem cellulas substantiae cinereae cerebri et medullae spinalis, membrana praeditas esse aut palam contenderunt aut tacite crediderunt. Quoniam fuse disputavimus supra, fibrae nerveae retinae membrana essent exstructae necne, non alienum videtur idem facere in cellulis gangliosis. Quae si membranam habent quodammodo in processus quoque ex ipsis cellulis procedentes traducatur oportet, ita ut illi, certe quidem in vicinitate eius loci, unde ex cellulis gangliosis prodeunt, membrana praediti putandi sint. Tum autem processus cellularum a strati optici fibris ea re differunt, quod membrana praediti sint, quam fibrae nerveae retinae omnino non habent. Ego ita rem sese habere negaverim. Nam sicut in fibris nerveis membrana demonstrari non potest, ita ne in processibus quidem cellularum nervearum cognoscitur. Membrana carentes, ut sunt fibrae nerveae, in cellulam sese inserunt. Cellulae nerveae si nihilominus membrana essent ornatae a processibus eam dirumpi oporteret. Praeterquam autem quod, si haec esset processuum ratio, nihil haberet simile tota de cellulis doctrina, re vera ne minima quidem caussa ex observatione desumi potest, quae talem sententiam probatura sit. Cellulae substantia cum omnibus suis proprietatibus in processus continuatur, quibus si membrana deest ne in cellula quidem adesse potest. Variis reagentibus identidem nec sine industria usus hoc habeo persuasum, cellulas gangliosas, de quibus hic sermo est, membrana carere. Globuli eae sunt substantiae tenuiter granulatae albuminosae, acriter quidem circumscripti, extrorsum autem sine membrana chemice a massa interna diversa. Verisimile est, ut differentiae in consistentia protoplasmatis inter partes sint centrales nucleum circumdantes et inter partes periphericas, ita ut substantia corticalis protoplasmatis discerni necesse sit: tamen huius substantiae corticalis transitum in partem magis centralem *paullatim* fieri statuendum est, ideoque prorsus deesse, quod nomine membranae, a protoplasmate differentis, appellari possit.

Cellulas gangliosas nihil aliud esse quam tumores cylindrorum axis nucleo instructos contendo.

Cellulas gangliosas esse quae membrana externa careant, sententia est non ita nova, cum Bidderus in libro praeclaro, quem inscripsit: „Zur Lehre vom Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern“ p. 22 primus pronunciaverit pronunciatumque apte probaverit: gangliorum periphericorum globulos, in vaginis nucleatis e tela coniunctiva exstructis positos, membrana praeditos non esse. Quod iudicium Volkmannus in supplemento libri Bidderiani confirmavit. Nonnullis deinde annis post qui adhuc propius ad verum accessit, ut cellulas gangliosas pro dilatatis axis cylindris habendas esse statueret, R. Wag-

nerus[1]) simul docuit, cellulas grandes in lobo electr. cerebri torpedinis membrana carere[2]). Attamen Wagnerus ipse neque has neque illas pro veris cellulis agnovit, praeiudicio non ita raro demotus, quasi membrana externa, si de cellula sermo est, omnino opus esset. Quamquam autem quae de structura cerebri medullaeque spinalis Petromyzontis, a Stannio iam anno 1850 ex fide naturae descripta, exposita sunt argumenta luculenter illorum praeiudicium refutarunt, qui cellulis gangliosis membrana opus nec quidquam commune esse arbitrarentur cum cylindris axis dilatatis, haec sententia tamen nullam adepta est communem probationem. Bidderus quidem et Kupferus eam, quantum ad cellulas gangliosas cerebri medullaeque spinalis referenda est, secuti sunt.

Tum autem in periphericis quoque bipolaribus cellulis gangliosis ut demonstretur, cellulam non esse nisi dilatationem cylindri axis, cum Leydigio ego nihil tam idoneum esse puto quam bipolares cellulae gangliosae in nervo acustico piscium. Ut fibris nervi optici vaginam externam deesse supra demonstravimus, ita de fibris mollissimis nervi acustici idem dicendum est. Medulla igitur in praeparatis ex acido chromico factis facillime ita friatur, ut per longissima spatia cylindri axis isolentur. In fibris nervi acustici tumores inveniuntur similes quidem cellulis nervosis bipolaribus gangliorum spinalium, diversi tamen ab iis ob desideratam vaginam nucleis instructam. Talis tumoris in fibra nervi acustici occurrentis cum medulla nervea removeatur, corpus exhibetur circumscriptum, in continuitate cum cylindro axis, re vera nihil aliud quam tumor cylindri axis nucleo nucleoloque exstructus, cellula vera gangliosa (cf. fig. 7). Quodsi cylindrum axis membranam propriam habere contendere non licet, ne in gangliosa quidem cellula, quam tractamus, ullo modo membrana esse potest. (Membrana tum modo praedita est cellula, cum sit circumdata vagina nucleis instructa, quae Schwannianam nervorum tunicam continuans, ipsa fieri non potest ut umquam *membranae cellularis* loco habeatur, utpote in quam copia quaedam nucleorum sit insinuata, satis declarantium, hanc membranam e tela coniunctiva ortam esse.)

Atque his argumentis sententiae meae supra propositae, cellulas gangliosas omnino non praeditas esse membrana cellulari a protoplasmate chemice differente, rationem me reddere posse arbitror. Neque tamen infitior, posse eas vagina medullari aut vagina telae coniunctivae secundaria (vagina Schwanniana seu neurolemmate) aut utraque simul esse circum-

1) Göttinger gelehrte Anzeigen 1850, Nr. 56. Neurolog. Untersuchungen p. 83.

2) Mittheilungen der k. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen 1851, 8. Octob. Neurolog. Untersuchungen p. 111.

volutas. Itaque quattuor cellularum gangliosarum genera discerni licet, inter quae quidem, certe inter tria posteriora, occurrunt quaedam transitorii ut ita dicam generis:

1) cellulae gangliosae nudae, quae sunt cerebri, medullae spinalis retinaeque;

2) cellulae neurolemmate instructae, quae sunt gangliorum sympathici vel potius omnium gangliorum periphericorum cellulis multipolaribus instructorum;

3) cellulae vagina praeditae medulari sine neurolemmate, quae sunt cellulae quaedam bipolares nervi acustici [1]);

4) cellulae vagina medullari et neurolemmate ornatae, quae sunt cellulae bipolares gangliorum spinalium, etsi in iis vagina medullaris non semper totam cellulam includit.

Pari modo nervearum quoque fibrarum quattuor genera constitui possunt: 1) axis cylindri nudi; 2) axis cylindri cum neurolemmate seu vagina Schwanniana (tales sunt fibrae nervi olfactorii et nervi sympathici pro parto); 3) axis cylindri cum vagina medullari neurolemmate verum carentes (tales sunt fibrae substantiae albae cerebri et medullae spinalis, nervi optici et acustici pro parte); 4) axis cylindri cum vagina medullari et neurolemmate.

Cellulae gangliosae retinae, ad quas redeamus, quantum quidem cognosci possit universae sunt multipolares. Unum earum aut fortasse complures processus secundum ea, quae supra disputavimus, in fibras nervi optici continuari licet opinari. Duo autem praeterea processuum genera discerni possunt. Nonnulli, ut pro certo demonstravit Corti [2]) ex observationibus in retina Elephantis factis, anastomosi inserviunt cum finitimis cellulis gangliosis. Atque hi (ex iis quidem quae de hac re habemus pro explorato) dividi non videntur, sed loco ponticulorum ab alia decurrere cellula gangliosa ad aliam. Alii processus cellularum gangliosarum extrorsum decurrunt in stratum moleculare idque permeant, coniuncturi sese cum cellulis strati granulosi interni. Talem a se visam esse coniunctionem Henr. Muellerus Koellikerusque [3]) nec minus Gerlachius [4]) contendunt. Quod exemplum delineavit Koellikerus in eo processus satis crassus neque divisus sursum permeat substantiam molecularem, sui coniungendi causa cum grano quodam interno. Contra delineatio quam Gerlachius dedit, divisum exhibet processum cellulae gangliosae, tenuis-

1) Addo non omnes cellulas bipolares omnium animalium ad hoc genus esse referendas; nonnullae enim cellulae nervi acustici bipolares vaginam nucleis instructam habent, velut ego in Petromyzonte reperi, ac Koellikerus Corti secutus, a bove desumtam delineavit.

2) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie vol. V, p. 92, Tab. V.

3) Microscopische Anatomie vol. II, 2, p. 703.

4) Handbuch der Gewebelehre ed. II p. 497.

simo filo grano interno adiunctum. Henr. Muellerus post tamen praeparatis usus non esse videtur, quae omnem dubitationem do hac communicatione depellerent, certe in fusiore commentatione neque delineamentum proposuit et omnino de coniunctione, admodum quidem verisimili, caute loquitur: „Doch glaube ich nun behaupten zu dürfen, dass die Nervenzellen durch ihre nach aussen gerichteten Fortsätze mit den inneren Körnern zusammenhängen [1].“ Prorsus ea rei conditio, quam Gerlachius observavit, scilicet ut processus demum multifariam divisi in granum strati granulosi interni se immergant, saepius evenire videtur, processibus — hoc enim H. Muellerus contendit egoque probare possum — ad stratum moleculare vergentibus, in tenuissimas fibras sese dissolventibus et ita demum stratum proximum assequentibus.

Quod ad elementa substantiae molecularis retinae pertinet iam supra hanc meam sententiam explicavi, ut constare eam e reticulo tenuissimo telae coniunctivae, tenuissimis et paene immensurabilibus filis nerveis exornato, dicerem, in ea autem adesse substantiam re vera molecularem negarem. Ubi numerus cellularum gangliosarum exiguus est ne fila quidem nervea strati molecularis admodum sunt numerosa. Contra in macula lutea retinae hominis — quod H. Muellerus iam demonstravit — tenues varicosae fibrae nerveae fere solae componere stratum moleculare videntur, id quod prius Pacini Remakiusque in universum moleculari substantiae retinae statuendum existimaverunt. Crassiora fila nervea, quale Koellikerus l. c. p. 703, fig. 412 delineavit ad granum internum pertinens, in strato moleculari cum numquam viderim, si qui alii ea sibi occurrisse profiteantur, cum fibris Muellerianis ab iis esse permutata contenderim.

Quaestio est gravissima, quantus sit numerus quaeque proprietates filorum nerveorum strati granulosi interni. Demonstrare autem hoc loco fila aperte varicosa, ut sunt fibrae nerveae, in rebus perdifficilibus est numerandum. Iam supra commemoratum est, in strato granuloso interno duo genera corpusculorum cellulae similium inveniri: nucleos substantiae telae coniunctivae, hic quoque omnia complectentis, qui partim ad fibras Muellerianas pertinent, partim in telam coniunctivam reticulosam inspersi sunt; et parvas cellulas, quas nerveas esse verisimillimum. Earum nonnullas aliquoties vidi coniunctas cum tenuibus filis aperte varicosis sed paene immensurabilibus. Nec dubito contendere, alia ac talia fila nervea, tam eminenti tenuitate, in strato granuloso interno non extare. Eadem conditio est strati intergranulosi, cuius validiores fibrae radiales quin ad telam coniunctivam pertineant dubitari nullo modo potest.

---

1) Zeitschr. f. wiss. Zoologie vol. VIII. p. 60.

Postremo quum quaeritur utrum stratum granulosum externum coniunctum sit cum fibris nerveis, coniunctionem talem negari posse diffiteor. Tenuissima fila varicositatibus instructa cum H. Muellerus e granulis bacillorum egressa vidit, tum ego ipse observationibus in compluribus animalibus confirmare possum. Bacilla igitur nervosa et nihil aliud esse nisi terminationes fibrarum nervi optici vel argumentis anatomicis prorsus mihi est persuasum. Aliter quidem res comparata esse videtur in conis inter bacilla inspersis. Verum de his quid exploraverim tradere in alium locum reservaturus sum.

Tabulae explicatio.

Fig. 1. Partes fibrarum nervearum vagina medullari instructarum e nervo acustico Esocis lucii et Acerinae cernuae desumtarum. Cylindri axis denudati sunt et varicositates praebent, quae influentia solutionis acidi chromici (1/6 gr. in uncia una aquae) exortae sunt. Magnit. 350es aucta.

Fig. 2. Fibrae e strato nervi optici retinae hominis varicosae e solutione acidi chromici 1/6 gr. in uncia aquae. Magn. 350es aucta.

Fig. 3. Fibrae Muellerianae retinae ovis magnitudine ope microscopii Amiciani 800es aucta; *yyy* fibrillae penicilli in modum e fibris Muellerianis exortae in strato granuloso externo; *xx* membrana limitans interna; *a* foramen in membrana limitante; *bb* reticulum tenuissimum membranae fenestratae simile in strato nervi optici situm; *cc* reticulum in strato sic dicto moleculari; *ddd* nuclei ad fibras Muellerianas pertinentes; *ee* lacunae in quibus nuclei vel cellulae strati granulosi interni situm habuerant.

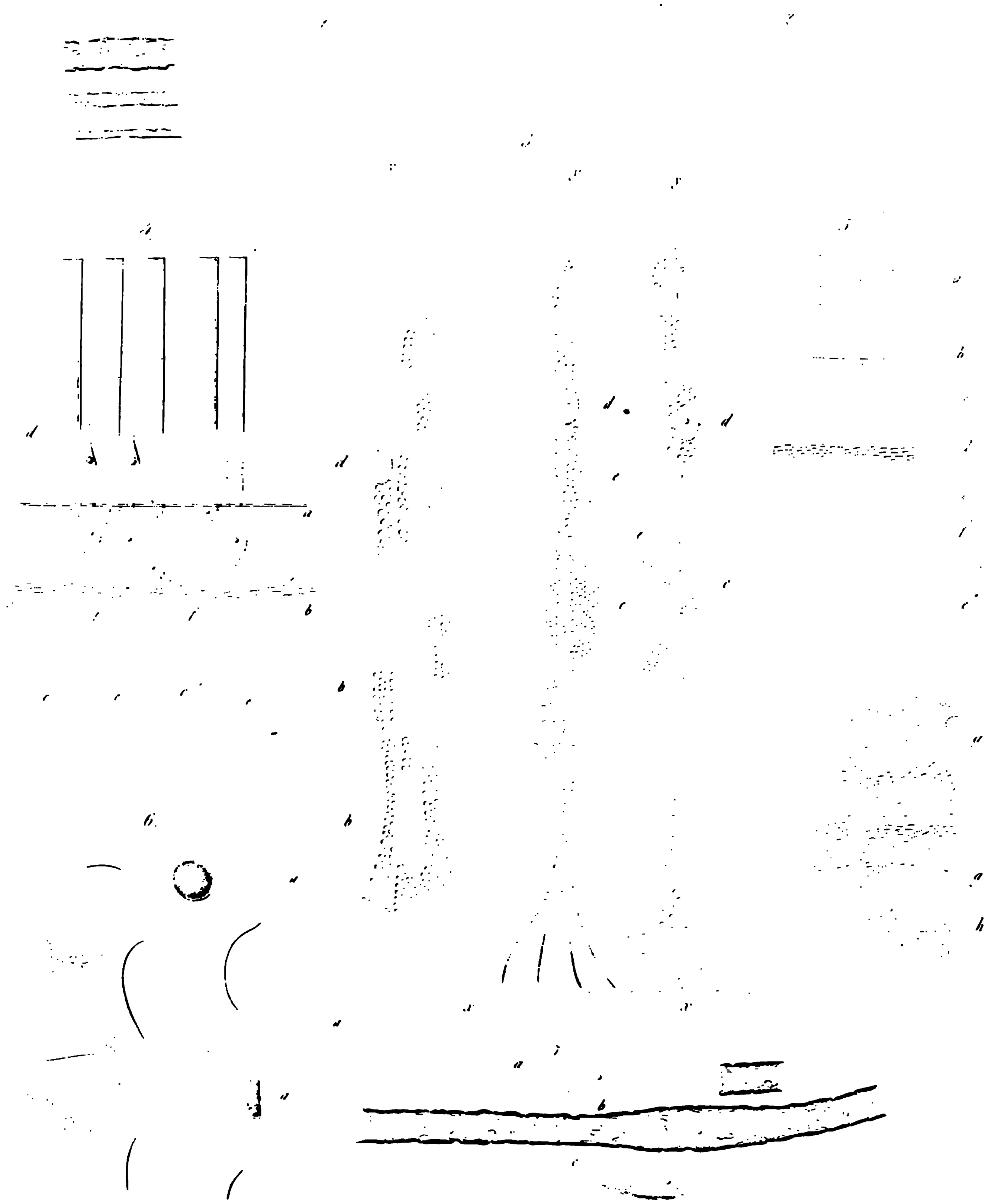
Fig. 4. Pars externa sectionis transversae retinae Ranae esculentae; *aa* membrana limitans externa; *bb* stratum intergranulosum; *cc* fibrae Muellerianae; *d* bacillus; *e* conus; *ff* lacunae retis telae caniunctivae in strato granuloso externo. Magn. 800es aucta.

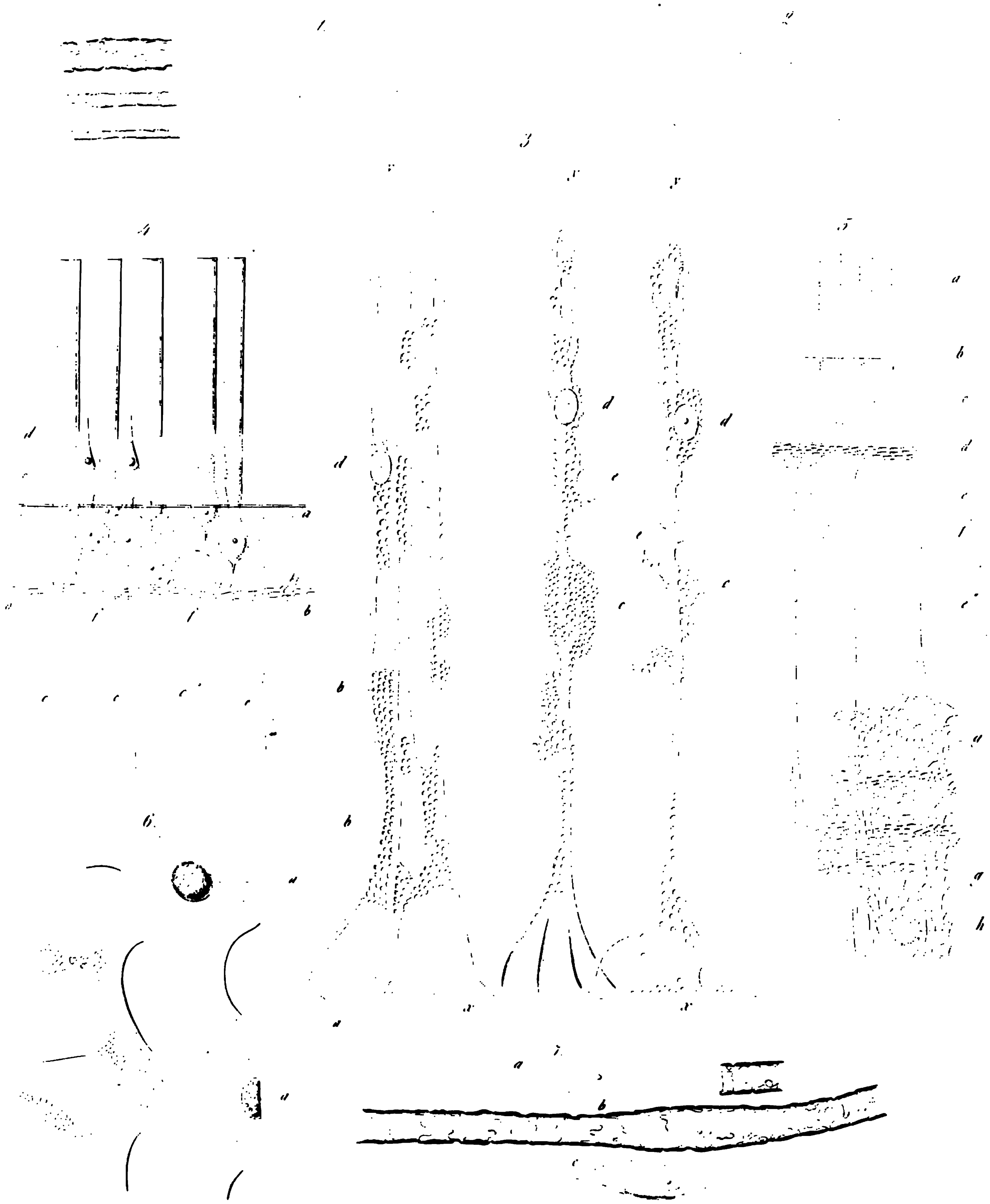
Fig. 5. Pars sectionis transversae retinae Raiae clavatae, *a* stratum bacillosum; *b* membrana limitans externa; *c* stratum granulosum externum; *d* stratum intergranulosum; *e'* et *e''* fibrae Muellerianae; *f* stratum intergranulosum e magnis cellulis tunicae fenestratae in modum coniunctis compositum; *gg* stratum moleculare; *h* cellula nervea. Magn. 600es aucta.

Fig. 6. Pars membranae fenestratae strati intergranulosi interni e retina Raiae clavatae (cf. fig. 5 *f*); *aa* nuclei. Cellularum substantia propria in fibras est diffissa et in rete tenuissimum commutata. Magn. 500es aucta.

Fig. 7. Cellulae nerveae in continuitate cum axis cylindris e fibris nervi acustici Esocis lucii; *a* et *c* cellulae denudatae; *b* cellula vagina medullari inclusa.

BONNAE, FORMIS CAROLI GEORGI.





M. Schultze del. … schieber sc.